

## РАБОТОСПОСОБНОСТЬ И ПОДВЕРЖЕННОСТЬ КОРРОЗИОННЫМ РАЗРУШЕНИЯМ ПЛАСТИНЧАТЫХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ

С.В. НЕСТЕРЕНКО\*, к.т.н., В.А. КАЧАНОВ\*\*, к.х.н.

*\*Харьковский национальный университет городского хозяйства*

*имени А.Н.Бекетова*

*\*\*УкрНИИХиммаш, г. Харьков*

Металлоемкость теплообменников современных производств достигает почти 50% от веса всего эксплуатируемого оборудования. Поэтому, естественно, что в коммунальном хозяйстве широко используются пластинчатые теплообменники, металлоемкость и, соответственно, энергоемкость которых в 2 – 3 раза ниже традиционных кожухотрубчатых теплообменников.

Коррозионные исследования показали, что при нагревании рабочих сред водой коррозионная стойкость теплопередающих пластин зачастую определяется концентрацией ионов хлора в воде. На основании проведенных исследований для конструкций разборных пластинчатых теплообменников используются при изготовлении теплопередающих пластин стали 08КП, углеродистой оцинкованной стали, нержавеющей сталей 12Х13Г18Д (ДИ-61), 05Х18АН5, 08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2(3)Т, сплавов 06ХН28МДТ и титана ВТ1-0.

Широкое внедрения пластинчатых теплообменников в народном хозяйстве показывает на высокую работоспособность данных аппаратов. Использование тонких листов 0,6 – 1,0мм и прокладочных материалов (резины, паронит) с конструктивным зазором металл – металл в сварных теплообменниках при сварке гофрированных теплопередающих пластин, приводит к активации коррозионных процессов в образующихся зазорах, так называемой щелевой коррозии.

Механизм возникновения и развития щелевой коррозии конструкционных материалов исследовали И.Л. Розенфельд и И.К. Маршаков (ИФХ РАН), согласно которым механизм возникновения и протекания коррозии с активацией через питтинг, язву или щель идентичен и определяется работой мощного гальванического элемента-анод - дно поражения, катод - пассивная поверхность, не подвергшаяся активации. На этой основе была разработана ускоренная электрохимическая методика оценки коррозионной стойкости конструкционных материалов применительно к выбору материалов для конструирования пластинчатых теплообменников (разборных, полуразборных, сварных блочных).

Суть методики заключается в специально разработанном электроде, в котором определяется потенциал активируемого металла в щели. К примеру, исследуя анодное поведение сталей 12Х13Г18Д, 12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т в воде одного из коммунальных предприятий с содержанием ионов хлора 20 мг/л, ионов  $\text{SO}_4^{2-}$  - 40 мг/л и pH – 8 при температуре 50 °С на стенке сталь 12Х13Г18Д подвергается язвенному разрушению уже при потенциале свободной коррозии  $\Delta\varphi = \varphi_{\text{рп}} - \varphi_{\text{св.к.}} < 0,05\text{В}$ . Также язвенному разрушению

подвергается сталь 12X18H10T в щели и только сталь 10X17H13M2T обладает достаточной стойкостью к активации в щели.

Основные электрохимические параметры активации металлов в щели приведены в табл. 1.

Таблица 1. Параметры активации металлов в щели

Марка материала	Потенциалы, В					
	$\varphi_{\text{св.кор.}}$	$\varphi_{\text{по}}$	$\varphi_{\text{рп по}}$	$\varphi_{\text{акт.щ}}$	$\varphi_{\text{рп.щ}}$	$\Delta\varphi = \varphi_{\text{рп.щ}} - \varphi_{\text{св.кор.}}$
10X17H13M2T	0,04	1,1	0,42	0,37	0,37	0,09
12X18H10T	-0,015	1,0	0,25	0,25	-0,11	-0,09
12X13Г18Д	0,015	0,2	-0,15	0,05	-0,05	-0,2

Как видно из таблицы, потенциал начала питтинговой коррозии в объеме соответственно 0,2В, 1,0В и 1,1В в зависимости от степени легирования и, соответственно, потенциалы прекращения работы приттингов -0,15В, 0,25В и 0,42В. Эти же потенциалы, называемые потенциалами репассивации металла в щели, характеризуют большую склонность к коррозионному разрушению металла в щели, чем в объеме. Процесс активного разрушения металла в щели протекает до потенциала репассивации, отрицательнее этого потенциала металл коррозионно стоек как в объеме, так и в щели. Разность потенциалов репассивации в щели и потенциала свободной коррозии является основой при выборе коррозионностойких материалов для рекомендации пластинчатых теплообменников. После распада страны и затруднений в получении качественного тонколистового проката на рынок СНГ вышли крупнейшие мировые компании Tissen Krupp VDM, Avesta, Sandvik и другие.

Таким образом работоспособность теплообменников вообще, а пластинчатых в особенности зависит во многом от конструкции, так как коррозионные процессы в них протекают в узких зазорах при смыкании пластин по вершинам гофр, пластины имеют малую толщину гофрированной теплопередающей поверхности (0,6–1,0мм), высокие остаточные напряжения деформации, что существенно повышает склонность к коррозионному растрескиванию. Стойкость металла зависит как от агрессивности нагреваемого или охлаждаемого продукта, так и от теплоносителя (хладоносителя).